

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-315751

(43)公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

FI

F 0 2 D 45/00

368

F 0 2 D 45/00

3 6 8 B

F 0 2 P 17/12

G O I L 23/22

G O 1 M 15/00

COLL 23/22

G O 1 M 15/00

F O 2 P 17/00

A

R

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平10-120607

(22) 出願日

平成10年(1998)4月30日

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 本多 隆芳

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 中村 道夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 金原 幸一

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(74) 代理人 弁理士 樋口 武尚

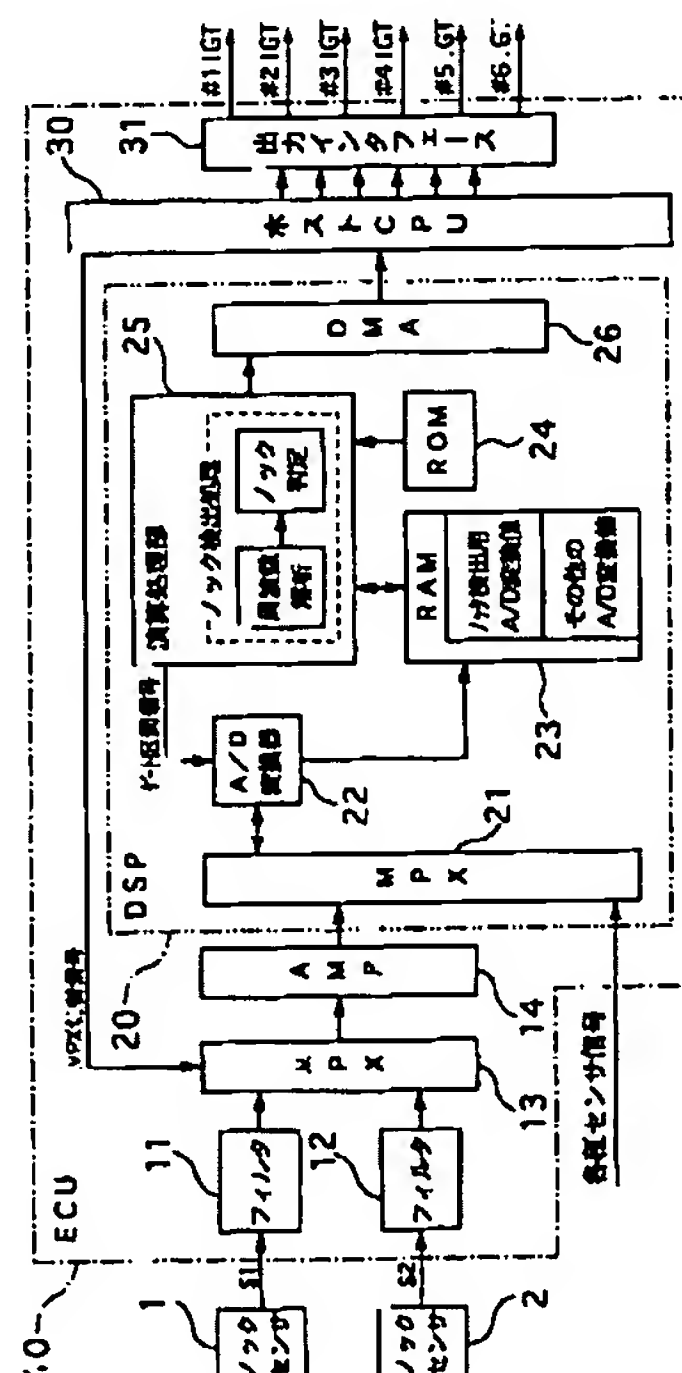
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関用制御信号処理システム

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の運転状態の変化や経時変化に対応したノック中心周波数に基づく周波数解析結果にて常に内燃機関の運転状態を正確に判定すること。

【解決手段】 ノックセンサ１，２で検出されるノック信号Ｓ１，Ｓ２波形からゲート区間内の波形が取込まれ、Ａ／Ｄ変換器２２にて所定のタイミング毎にＡ／Ｄ変換される。このＡ／Ｄ変換値を用いＥＣＵ１０内のＤＳＰ２０にてＦＦＴアルゴリズムを用いて周波数解析され、ノック中心周波数の近傍における最大のスペクトル強度及びその周波数、また、その周波数から所定周波数だけ離れた周波数におけるスペクトル強度が求められる。これにより、それらのスペクトル強度の差分に基づくノック信号の大きさが正確に得られるため、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関で発生されるノック信号波形を検出するノック検出手段と、
前記ノック検出手段で検出される前記ノック信号波形から所定区間の波形を取込む波形取込手段と、
前記波形取込手段で取込まれた波形が所定のタイミング毎にアナログ-デジタル変換されたA/D変換値のフーリエ変換としてFFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) アルゴリズムを用いて周波数解析を行い、予め設定されたノック中心周波数の近傍における最大のスペクトル強度を求め、前記最大のスペクトル強度が得られた周波数から所定周波数だけ離れた周波数におけるスペクトル強度を求める演算処理手段と、
前記演算処理手段による周波数解析結果に基づき前記内燃機関の運転状態を判定する運転状態判定手段とを具備することを特徴とする内燃機関用制御信号処理システム。

【請求項2】 前記ノック中心周波数は、前記内燃機関で発生される前記ノック信号波形によって決まる固有値であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関用制御信号処理システム。

【請求項3】 前記演算処理手段は、前記ノック中心周波数を学習により更新することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関用制御信号処理システム。

【請求項4】 前記演算処理手段は、前記ノック中心周波数を含む近傍で周波数解析を行う検索区間と前記検索区間を含んだ広い検索区間とを設定し、それぞれの検索区間における最大のスペクトル強度に対応する周波数が一致したときには、前記最大のスペクトル強度とその周波数を新たなノック中心周波数として求め、それぞれの検索区間における最大のスペクトル強度に対応する周波数が一致しないときには、元の前記ノック中心周波数に近い周波数を新たなノック中心周波数とすると共に、前記新たなノック中心周波数におけるスペクトル強度を求めることを特徴とする請求項3に記載の内燃機関用制御信号処理システム。

【請求項5】 前記演算処理手段は、前記ノック中心周波数を含む近傍で周波数解析を行う検索区間を2つ以上の区間に分割し、それぞれの区間における最大のスペクトル強度に対応する周波数のうち、元の前記ノック中心周波数に近い周波数を新たなノック中心周波数とすると共に、前記新たなノック中心周波数におけるスペクトル強度を最大スペクトル強度とすることを特徴とする請求項3に記載の内燃機関用制御信号処理システム。

【請求項6】 前記演算処理手段は、前記ノック中心周波数に対する学習による更新許容範囲を設け、前記ノック中心周波数の更新による新たなノック中心周波数が前記更新許容範囲を越えるときには所定値とすることを特徴とする請求項3に記載の内燃機関用制御信号処理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関で発生されたノック信号に基づき各種制御のための信号処理を実施する内燃機関用制御信号処理システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、内燃機関で発生されたノック信号を周波数解析するときには、ノック信号波形に対応して予め設定されたノック中心周波数における周波数解析結果を用いてノック判定が実施されている。ここで、内燃機関の運転状態の変化や経時変化によってノック中心周波数が変化する可能性があるため、正しいノック中心周波数等を求めてノック判定を実行する必要がある。

【0003】これに関連する先行技術文献としては、特開平5-26721号公報、特許第2612365号公報にて開示されたものが知られている。前者のものは、ノック中心周波数とその両側近傍との3つの周波数における周波数解析結果を用いてノック中心周波数を自動的に順次更新し、ノック中心周波数の変化に対応している。また、後者のものでは、ノック中心周波数の近傍で周波数解析結果が最大のものを用いてノック判定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前者では、ノック信号が小さくノイズが大きいときには、全く関係のない周波数成分をノック中心周波数として誤学習してしまうこととなり、ノック判定を行う際のノック中心周波数がずれているとノック判定で誤判定するという不具合があった。

【0005】また、後者では、ノック中心周波数の近傍の検索範囲内における周波数解析結果の最大値を見出すことができるが、更に、この最大値と比較しノック判定するためこのノック中心周波数から所定値だけ大きな周波数を中心とする所定の検索範囲内における周波数解析結果の最大値を求めたときには、その検索範囲内で最小な周波数に対応する周波数解析結果を必ずとってしまうため、それらの差分に基づくノック信号の大きさが正確に得られずノック判定で誤判定するという不具合があった。

【0006】そこで、この発明はかかる不具合を解決するためになされたもので、内燃機関の運転状態の変化や経時変化に対応したノック中心周波数に基づく周波数解析結果を得ることができ、常に内燃機関の運転状態を正確に判定することが可能な内燃機関用制御信号処理システムの提供を課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の内燃機関用制御信号処理システムによれば、ノック検出手段で検出されるノック信号波形から波形取込手段で所定区間の波形

が取込まれ、演算処理手段によって所定のタイミング毎にA/D変換されたA/D変換値を用いフーリエ変換としてFFTアルゴリズムを用いて周波数解析され、ノック中心周波数の近傍における最大のスペクトル強度及びその周波数、また、その周波数から所定周波数だけ離れた周波数におけるスペクトル強度が求められる。この周波数解析結果としてのスペクトル強度の差分に基づきノック信号の正しい大きさが得られるため、運転状態判定手段で内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0008】請求項2の内燃機関用制御信号処理システムでは、ノック中心周波数が内燃機関によって発生されるノック信号波形に対応して予め決まっているのである。このため、このノック中心周波数を含む近傍において周波数解析を行えば、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0009】請求項3の内燃機関用制御信号処理システムでは、内燃機関によって発生されるノック信号波形に対応してノック中心周波数は予め決まっているが、このノック中心周波数は内燃機関の運転状態の変化や経時変化によって変化する可能性があるため、演算処理手段による学習によって更新される。これにより、得られたノック中心周波数による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0010】請求項4の内燃機関用制御信号処理システムでは、演算処理手段によりノック中心周波数を含む近傍で周波数解析を行う大きさの異なる複数の検索区間が重ねて設定されていることで、ノック中心周波数の学習による更新の際に、例えば、大きなノイズの重畳により狭い検索区間を外れた広めの検索区間の周波数に対応して最大のスペクトル強度が得られても、元のノック中心周波数から遠ければ採用されないこととなる。これにより、ノイズに影響されることなく、得られた新たなノック中心周波数による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0011】請求項5の内燃機関用制御信号処理システムでは、演算処理手段によりノック中心周波数を含む近傍で周波数解析を行う検索区間が2つ以上の区間に分割されて設定されていることで、ノック中心周波数の学習による更新の際に、例えば、大きなノイズの重畳により正規のノック中心周波数から外れた周波数に対応して最大のスペクトル強度が得られても、元のノック中心周波数から遠ければ採用されないこととなる。これにより、ノイズに影響されることなく、得られた新たなノック中心周波数による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0012】請求項6の内燃機関用制御信号処理システムでは、ノック中心周波数は内燃機関の運転状態の変化や経時変化によって変化する可能性があるため演算処理手段による学習によって更新されるが、ノック中心周波

数が予め設定された更新許容範囲を越えるときには、所定値がノック中心周波数とされる。これにより、ノック中心周波数が本来、取得する更新許容範囲を越えることなく所定値とされるため、何らかの不都合が生じていても、それによる影響が最小限とされ、得られた新たなノック中心周波数による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態が大きく逸脱して判定されることがない。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

【0014】図1は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用制御信号処理システムにおけるECU10の構成を示すブロック図である。なお、本実施例の内燃機関(図示略)は#1気筒～#6気筒のV型6気筒からなり各気筒の点火順序は#1気筒→#2気筒→#3気筒→#4気筒→#5気筒→#6気筒である。

【0015】図1において、図示しない内燃機関に配設された2つのノックセンサ1, 2にて各気筒毎に発生されるノック信号S1, S2が検出され、ノックセンサ1, 2からのノック信号S1, S2が内燃機関に対する周知の点火制御等を行う後述のECU(Electronic Control Unit:電子制御ユニット)10に入力される。これらノック信号S1, S2は、ECU10内の対応するフィルタ11, 12を介してMPX(Multiplexer:多重化装置)13に入力される。ECU10の後述のホストCPU30からMPX13へMPX切替信号が入力されることで、MPX13にてノック信号S1, S2が切替えられ後述のノック検出処理に必要なノック検出用信号が取出される。つまり、フィルタ11, 12を介してノック検出の際に不要なノイズ成分がノック信号S1, S2から除去されたのちMPX13にてノック検出用信号とされる。

【0016】更に、ノック検出用信号はAMP(Amplifier:アンプ)14を介して増幅される。AMP14にて増幅されたノック検出用信号は後述のFFT周波数解析のためECU10のDSP(Digital Signal Processor)20内のMPX21を介してA/D変換器22に入力される。なお、このDSP20は高速の乗算・加算処理可能なCPUと同等なものを見做することができる。この他、内燃機関の図示しない水温センサや吸気圧センサ等からの各種センサ信号が必要に応じてDSP20内のMPX21を介してA/D変換器22に入力されている。

【0017】上述のように前処理された各種信号成分が、DSP20内のA/D変換器22にてA/D変換され、ノック検出用A/D変換値及びその他のA/D変換値としてRAM23の対応する記憶領域内にそれぞれ格納される。なお、ROM24内には後述の各種制御プログラムが予め格納されている。ここで、ノック検出用信号を周波数解析するためには、乗算・加算処理を高速で

行う必要からDSP20が用いられており、ノック検出処理におけるA/D変換を行うためには高速処理可能なA/D変換器22が用いられている。そして、DSP20内の演算処理部25によるノック検出処理にて、FFT周波数解析及びノック判定され、DMA (Direct Memory Access) 26を介してDSP20側からホストCPU30側へ転送される。なお、演算処理部25からのゲート区間信号に基づきA/D変換器22によるA/D変換が実行される。また、DMA26はI/O (Input/Output) ポートであってもよい。ECU10内のホストCPU30では、DSP20からの出力値に基づき#1気筒～#6気筒の点火コイル/イグナイタ (図示略) に点火指令信号#1 IGT～#6 IGTが出力インタフェース31を介して出力され、周知の点火制御が実施される。

【0018】次に、本実施例にかかる内燃機関用制御信号処理システムを適用しノック検出用信号を抽出しノック判定する場合について、各種信号等の遷移状態を示す図2のタイムチャートを参照し詳細に説明する。

【0019】図2において、例えば、内燃機関の#1気筒の#1 TDC (Top Dead Center : 上死点) を過ぎてノックが発生しているとノックセンサ1からのノック信号S1として所望の波形が現出される。そして、MPX切替信号によりMPX13でノックセンサ1が選択されることでMPX切替によるノック検出用信号が得られる。DSP20の演算処理部25からA/D変換器22に出力されるゲート区間信号に基づきA/D変換器22によってノック検出用信号が順次A/D変換され、所定のタイミングにてRAM23内の記憶領域にRAM値 (ノック検出用A/D変換値) として格納される。

【0020】なお、このゲート区間信号によるゲート区間は、通常ATDC (After Top Dead Center : 上死点後) 15° CA (Crank Angle : クランク角) でLowからHighと立上がり、ATDC60° CA～ATDC90° CAでHighからLowと立下がる。このゲート区間がHighとなる区間を含むようにMPX13が切替えられノックセンサ1選択とされる。このゲート区間がHighとなる区間にてノック検出用信号のA/D変換値が順次取込まれる。そして、ゲート区間がHighからLowとなった直後に後述のFFT演算処理が実行され、そののちノック判定処理が実行される。

【0021】次に、本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用制御信号処理システムで使用されているECU10内のDSP20におけるノック検出のベース制御の処理手順を示す図3のフローチャートに基づいて説明する。

【0022】図3において、ステップS101でゲート区間信号によるA/D変換器22のゲートON (オン) タイミングであるかが判定される。ステップS101の判定条件が成立、即ち、ゲートOFF (オフ) からON

と立上がるゲート区間の開始時であるときにはまず、ステップS102に移行し、RAM23内のノック検出用A/D変換値の記憶領域の初期化が実行される。次にステップS103に移行して、A/D変換値の数をカウントするカウンタが初期値の「0」にリセットされる。次にステップS104に移行して、ゲートONとされる。そして、ステップS105に移行し、ゲート区間中におけるA/D変換値の取込みが開始されたのち、ステップS101に戻る。

【0023】このステップS101では、ゲートONタイミングでないためステップS106に移行し、ゲートOFFタイミングであるかが判定される。ステップS106の判定条件が成立、即ち、ゲートONからOFFと立下がるゲート区間の終了時となるまで待って、ステップS107に移行する。ステップS107では、ゲートOFFとされたのち、ステップS108に移行し、A/D変換値の取込みが終了される。次にステップS109に移行して、A/D変換値による後述のFFT周波数解析処理が実行される。次にステップS110に移行して、ステップS109のFFT周波数解析結果による後述のノック判定処理が実行されたのちステップS101に戻り、以下同様の処理が繰返し実行される。

【0024】次に、図3のステップS109におけるA/D変換値によるFFT周波数解析の処理手順を示す図4のフローチャートに基づいて説明する。

【0025】図4において、まず、ステップS201でRAM23内に格納されたRAM値の並び替え及びBit反転処理が実行される。次にステップS202に移行して、FFT演算結果を得るため周知のバタフライ演算処理が実行され、本ルーチンを終了する。

【0026】次に、図3のステップS110におけるノック判定の処理手順を示す図5及び図6のフローチャートに基づき、図7及び図8を参照して説明する。ここで、図7は予め設定されたノック中心周波数に対する正規のノック中心周波数の検索範囲等を示す説明図である。また、図8は例えば、1kHz～10kHzとする取扱周波数域におけるスペクトル強度の分布例を示す説明図である。

【0027】図5において、ステップS301で予め設定されているノック中心周波数 f_0 近傍の ($f_0 + \Delta f$) 点の周波数が f_k とされ、また、この周波数 f_k が周波数 f_{mL} とされる。次にステップS302に移行して、 f_k 点のFFT演算値がMAXL値とされる。次にステップS303に移行して、周波数 f_k から所定周波数 (微小周波数) Δk が減算され周波数 f_k が更新される。ここで、 $\Delta f > \Delta k$ である。そして、ステップS304に移行し、ステップS303で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値がステップS302で設定されたMAXL値を越えているかが判定される。ステップS304の判定条件が成立、即ち、ステップS303で更新さ

れた周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXL値を越えているときにはステップS305に移行し、このときの周波数 f_k 点のFFT演算値がMAXL値と更新される。次にステップS306に移行して、このときの周波数 f_k が周波数 f_{ml} と更新される。

【0028】一方、ステップS304の判定条件が成立せず、即ち、ステップS303で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXL値以下であるときにはステップS305及びステップS306がスキップされ、今までのMAXL値及びその周波数 f_{ml} を更新しないようにされる。次にステップS307に移行して、ステップS303で更新された周波数 f_k がノック中心周波数 f_0 近傍の $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数に等しいかが判定される。ステップS307の判定条件が成立せず、即ち、ステップS303で更新された周波数 f_k が $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数に等しくないときにはステップS303に戻り、同様の処理が繰返される。

【0029】そして、ステップS307の判定条件が成立、即ち、ステップS303で更新された周波数 f_k が $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数に等しくなるとステップS308に移行し、このときのMAXL値が最大FFT演算値 M_a とされる（図7参照）。次にステップS309に移行して、このときの周波数 f_{ml} が正規のノック中心周波数 f_a とされる（図7参照）。そして、ステップS310に移行し、周波数 $(f_a + \alpha)$ 点のFFT演算値が R_a とされる（図7参照）。このようにして、 $(f_0 + \Delta f)$ 点の周波数から $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数までを検索範囲としたときの最大FFT演算値 M_a が求められ、この最大FFT演算値 M_a のときの周波数が正規のノック中心周波数 f_a として求められ、また、この正規のノック中心周波数 f_a から所定周波数 α だけ離れた周波数 $(f_a + \alpha)$ 点におけるFFT演算値 R_a が求められる。

【0030】次に、図5に続く図6において、ステップS401に移行し、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a が予め設定された判定値 K_1 を越えているかが判定される。ステップS401の判定条件が成立せず、即ち、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a が判定値 K_1 以下と小さく、図8(a)に示すような関係にあるときにはステップS402に移行し、ノックなしと判定され本ルーチンを終了する。

【0031】一方、ステップS401の判定条件が成立、即ち、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a が判定値 K_1 を越え大きいときにはステップS403に移行し、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a から周波数 $(f_a + \alpha)$ 点のFFT演算値 R_a を減算した値が予め設定された判定値 K_2 を越えているかが判定される。ステップS403の判定条件が成立、即ち、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a が周波数 $(f_a + \alpha)$ 点のFFT演算値 R_a

に判定値 K_2 を加算した値より大きく、図8(b)に示すような関係にあるときにはステップS404に移行し、ノック大と判定され本ルーチンを終了する。

【0032】一方、ステップS403の判定条件が成立せず、即ち、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a から周波数 $(f_a + \alpha)$ 点のFFT演算値 R_a を減算した値が判定値 K_2 以下であるときにはステップS405に移行し、更に、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a から周波数 $(f_a + \alpha)$ 点のFFT演算値 R_a を減算した値が予め設定された判定値 K_3 を越えているかが判定される。ここで、判定値 K_3 は判定値 K_2 より小さな値とする。ステップS405の判定条件が成立、即ち、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a が周波数 $(f_a + \alpha)$ 点のFFT演算値 R_a に判定値 K_3 を加算した値より大きく、図8(c)に示すような関係にあるときにはステップS406に移行し、ノック小と判定され本ルーチンを終了する。一方、ステップS405の判定条件が成立せず、即ち、正規のノック中心周波数 f_a の最大FFT演算値 M_a が周波数 $(f_a + \alpha)$ 点のFFT演算値 R_a に判定値 K_3 を加算した値以下と小さいときにはステップS402に移行し、ノックなしと判定され本ルーチンを終了する。

【0033】このように、本実施例の内燃機関用制御信号処理システムは、内燃機関で発生されるノック信号 S_1 , S_2 波形を検出するノック検出手段としてのノックセンサ1, 2と、ノックセンサ1, 2で検出されるノック信号 S_1 , S_2 波形から所定区間であるゲート区間内の波形を取込むECU10にて達成される波形取込手段と、前記波形取込手段で取込まれた波形が所定のタイミング毎にアナログーデジタル変換されたA/D変換値のフーリエ変換としてFFTアルゴリズムを用いて周波数解析を行い、予め設定されたノック中心周波数 f_0 の近傍 $(f_0 - \Delta f) \sim (f_0 + \Delta f)$ における最大のスペクトル強度 M_a を求め、最大のスペクトル強度 M_a が得られた周波数 f_a から所定周波数 $(+\alpha)$ だけ離れた周波数 $(f_a + \alpha)$ におけるスペクトル強度 R_a を求めるECU10にて達成される演算処理手段と、前記演算処理手段による周波数解析結果に基づき内燃機関の運転状態を判定するECU10にて達成される運転状態判定手段とを具備するものである。

【0034】したがって、ノックセンサ1, 2で検出されるノック信号 S_1 , S_2 波形からゲート区間内の波形が取込まれ、A/D変換器22にて所定のタイミング毎にA/D変換されたA/D変換値を用いECU10内のDSP20にてフーリエ変換としてFFTアルゴリズムを用いて周波数解析され、ノック中心周波数 f_0 の近傍 $(f_0 - \Delta f) \sim (f_0 + \Delta f)$ における最大のスペクトル強度 M_a 及びその周波数 f_a 、また、周波数 $(f_a + \alpha)$ におけるスペクトル強度 R_a が求められ、その結

果に基づき内燃機関の運転状態が判定される。つまり、ノックセンサ1, 2で検出されるノック信号S1, S2波形におけるノック中心周波数 f_0 は内燃機関の運転状態の変化や経時変化によって変化する可能性があるが、ノック中心周波数 f_0 の近傍における最大のスペクトル強度 M_a 及びその周波数 f_a 、また、周波数 $(f_a + \alpha)$ におけるスペクトル強度 R_a が求められることで、それらの差分 $(M_a - R_a)$ に基づくノック信号の大きさが正確に得られるため、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0035】また、本実施例の内燃機関用制御信号処理システムは、ノック中心周波数 f_0 が内燃機関で発生されるノック信号S1, S2波形によって決まる固有値とするものである。つまり、内燃機関によって発生されるノック信号S1, S2波形に対応してノック中心周波数 f_0 は予め決まっているのである。このため、ノック中

$$f_0 \leftarrow (f_a \times N + f_0 \times M) / (N + M) \quad \dots (1)$$

このノック中心周波数 f_0 の学習処理により、周波数の検索範囲内でたまたま大きなノイズが現出してもそのノイズに影響されて次回の周波数の検索範囲が大きくなりすぎないようにできる。これにより、正規のノック中心周波数 f_a が周波数の検索範囲から外れることのないようにできる。このうち、図6のステップS401以降の処理が同様に実行され、ノックの発生の有無が判定され、本ルーチンを終了する。

【0039】このように、本変形例の内燃機関用制御信号処理システムは、ECU10にて達成される演算処理手段がノック中心周波数 f_0 を学習により更新するものである。つまり、内燃機関によって発生されるノック信号S1, S2波形に対応してノック中心周波数 f_0 は予め決まっているが、このノック中心周波数 f_0 は内燃機関の運転状態の変化や経時変化によって変化する可能性がある。このため、ノック中心周波数 f_0 がノイズに影響されない学習によって更新され、得られたノック中心周波数 f_0 による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0040】次に、上述の実施例の図3のステップS110におけるノック判定の処理手順の第2の変形例を示す図10のフローチャートに基づいて説明する。なお、図10のステップS601～ステップS607は、上述の図5のステップS301～ステップS307に対応しているため、その説明を省略する。また、図10の処理に続いて、上述の図6の処理が実行される。

【0041】図10において、ステップS607の判定条件が成立、即ち、ステップS603で更新された周波数 f_k が $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数に等しくなるとステップS608に移行する。ステップS608以降では、上述の $(f_0 + \Delta f)$ 点の周波数から $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数までの検索範囲より広めでオーバーラップする $(f_0 + \Delta f_2)$ 点の周波数から $(f_0 - \Delta f_2)$ 点の

心周波数 f_0 を含む近傍において周波数解析を行えば、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0036】次に、上述の実施例の図3のステップS110におけるノック判定の処理手順の第1の変形例を示す図9のフローチャートに基づいて説明する。なお、図9のステップS501～ステップS510は、上述の図5のステップS301～ステップS310に対応しているため、その説明を省略する。また、図9の処理に続いて、上述の図6の処理が実行される。

【0037】図9において、ステップS511では、正規のノック中心周波数 f_a 、ノック中心周波数 f_0 、定数 N , M から次回の周波数の検索範囲を設定するためのノック中心周波数 f_0 が次式(1)にて更新される。ここで、 N , $M \geq 0$ の整数とする。

【0038】

【数1】

周波数までの検索範囲において、同様の処理が実行される。

【0042】即ち、ステップS608では、予め設定されているノック中心周波数 f_0 近傍の $(f_0 + \Delta f_2)$ 点の周波数が f_k とされ、また、この周波数 f_k が周波数 f_{mh} とされる。次にステップS609に移行して、 f_k 点のFFT演算値がMAXH値とされる。次にステップS610に移行して、周波数 f_k から所定周波数(微小周波数) Δk が減算され周波数 f_k が更新される。ここで、 $\Delta f_2 > \Delta k$ である。そして、ステップS611に移行し、ステップS610で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値がステップS609で設定されたMAXH値を越えているかが判定される。ステップS611の判定条件が成立、即ち、ステップS610で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXH値を越えているときにはステップS612に移行し、このときの周波数 f_k 点のFFT演算値がMAXH値と更新される。次にステップS613に移行して、このときの周波数 f_k が周波数 f_{mh} と更新される。

【0043】一方、ステップS611の判定条件が成立せず、即ち、ステップS610で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXH値以下であるときにはステップS612及びステップS613がスキップされ、今までのMAXH値及びその周波数 f_{mh} を更新しないようにされる。次にステップS614に移行して、ステップS610で更新された周波数 f_k がノック中心周波数 f_0 近傍の $(f_0 - \Delta f_2)$ 点の周波数に等しいかが判定される。ステップS614の判定条件が成立せず、即ち、ステップS610で更新された周波数 f_k が $(f_0 - \Delta f_2)$ 点の周波数に等しくないときにはステップS610に戻り、同様の処理が繰返される。

【0044】そして、ステップS614の判定条件が成立、即ち、ステップS610で更新された周波数 f_k が

($f_0 - \Delta f_2$) 点の周波数に等しくなるとステップS615に移行し、ステップS606による周波数 f_{mL} とステップS613による周波数 f_{mH} とが等しいかが判定される。ステップS615の判定条件が成立、即ち、 $f_{mL} = f_{mH}$ であるときにはステップS616に移行し、このときのMAXL値が最大FFT演算値 M_a とされる。次にステップS617に移行して、このときの周波数 f_{mL} が正規のノック中心周波数 f_a とされる。

【0045】一方、ステップS615の判定条件が成立せず、即ち、周波数 f_{mL} と周波数 f_{mH} とが等しくないときにはステップS618に移行し、周波数 f_{mL} とノック中心周波数 f_0 との偏差の絶対値が周波数 f_{mH} とノック中心周波数 f_0 との偏差の絶対値未満であるかが判定される。ステップS618の判定条件が成立、即ち、 $|f_{mL} - f_0| < |f_{mH} - f_0|$ であるときにはステップS619に移行し、このときのMAXL値が最大FFT演算値 M_a とされる。次にステップS620に移行して、このときの周波数 f_{mL} が正規のノック中心周波数 f_a とされる。

【0046】一方、ステップS618の判定条件が成立せず、即ち、 $|f_{mL} - f_0| > |f_{mH} - f_0|$ であるときにはステップS621に移行し、このときのMAXH値が最大FFT演算値 M_a とされる。次にステップS622に移行して、このときの周波数 f_{mH} が正規のノック中心周波数 f_a とされる。そして、ステップS623に移行し、周波数($f_a + \alpha$)点のFFT演算値が R_a とされる。このようにして、($f_0 + \Delta f$)点の周波数から($f_0 - \Delta f$)点の周波数までを検索範囲とし、更に、この検索範囲より広めでオーバーラップする($f_0 + \Delta f_2$)点の周波数から($f_0 - \Delta f_2$)点の周波数までを検索範囲としたときの最大FFT演算値 M_a が求められ、この最大FFT演算値 M_a のときの周波数が正規のノック中心周波数 f_a として求められ、また、この正規のノック中心周波数 f_a から所定周波数 α だけ離れた周波数($f_a + \alpha$)点におけるFFT演算値 R_a が求められる。

【0047】次にステップS624に移行して、正規のノック中心周波数 f_a 、ノック中心周波数 f_0 、定数 N 、 M から次回の周波数の検索範囲を設定するためのノック中心周波数 f_0 が上式(1)にて更新される。このノック中心周波数 f_0 の学習処理により、周波数の検索範囲内でたまたま大きなノイズが現出してもそのノイズに影響されて次回の周波数の検索範囲が大きくずれないようにできる。これにより、正規のノック中心周波数 f_a が周波数の検索範囲から外れることのないようにできる。こののち、図6のステップS401以降の処理が同様に実行され、ノックの発生の有無が判定され、本ルーチンを終了する。

【0048】このように、本変形例の内燃機関用制御信号処理システムは、ECU10にて達成される演算処理

手段がノック中心周波数 f_0 を含む近傍で周波数解析を行う検索区間($f_0 - \Delta f$)~($f_0 + \Delta f$)とこの検索区間を含んだ広い検索区間($f_0 - \Delta f_2$)~($f_0 + \Delta f_2$)とを設定し、それぞれの検索区間における最大のスペクトル強度MAXL、MAXHに対応する周波数 f_{mL} 、 f_{mH} が一致したときには、最大のスペクトル強度 M_a とその周波数を新たなノック中心周波数 f_a として求め、それぞれの検索区間における最大のスペクトル強度MAXL、MAXHに対応する周波数 f_{mL} 、 f_{mH} が一致しないときには、元のノック中心周波数 f_0 に近い周波数を新たなノック中心周波数 f_a とすると共に、新たなノック中心周波数 f_a におけるスペクトル強度 M_a を求めるものである。

【0049】つまり、ノック中心周波数 f_0 を含む近傍で周波数解析を行う検索区間が二重に設定されていることで、ノック中心周波数の学習による更新の際に、大きなノイズの重量により狭い検索区間を外れた広めの検索区間の周波数に対応して最大のスペクトル強度が得られても、元のノック中心周波数 f_0 から遠ければ採用されないこととなる。これにより、ノイズに影響されることなく、得られた新たなノック中心周波数 f_a による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0050】次に、上述の実施例の図3のステップS110におけるノック判定の処理手順の第3の変形例を示す図11のフローチャートに基づいて説明する。本変形例は、($f_0 + \Delta f$)点の周波数から($f_0 - \Delta f$)点の周波数までの検索範囲より広めでオーバーラップする($f_0 + \Delta f_2$)点の周波数から($f_0 - \Delta f_2$)点の周波数までの検索範囲を想定し、この検索範囲を($f_0 + \Delta f_2$)点の周波数から($f_0 + \Delta f$)点の周波数まで、($f_0 + \Delta f$)点の周波数から($f_0 - \Delta f$)点の周波数まで、($f_0 - \Delta f$)点の周波数から($f_0 - \Delta f_2$)点の周波数までの3つに分割して各々における最大FFT演算値とそのときの周波数とに基づき正規のノック中心周波数 f_a とそのFFT演算値を算出するものである。なお、図11の処理に続いて、上述の図6の処理が実行される。

【0051】図11において、まず、ステップS701では、予め設定されているノック中心周波数 f_0 近傍の($f_0 + \Delta f_2$)点の周波数が f_k とされ、また、この周波数 f_k が周波数 f_{mN} とされる。次にステップS702に移行して、 f_k 点のFFT演算値がMAXN値とされる。次にステップS703に移行して、周波数 f_k から所定周波数(微小周波数) Δk が減算され周波数 f_k が更新される。ここで、 $\Delta f_2 > \Delta k$ である。そして、ステップS704に移行し、ステップS703で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値がステップS702で設定されたMAXN値を越えているかが判定される。ステップS704の判定条件が成立、即ち、ステップS7

03で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXN値を越えているときにはステップS705に移行し、このときの周波数 f_k 点のFFT演算値がMAXN値と更新される。次にステップS706に移行して、このときの周波数 f_k が周波数 f_{mN} と更新される。

【0052】一方、ステップS704の判定条件が成立せず、即ち、ステップS703で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXN値以下であるときにはステップS705及びステップS706がスキップされ、今までのMAXN値及びその周波数 f_{mN} を更新しないようにされる。次にステップS707に移行して、ステップS703で更新された周波数 f_k がノック中心周波数 f_0 近傍の $(f_0 + \Delta f)$ 点の周波数に等しいかが判定される。ステップS707の判定条件が成立せず、即ち、ステップS703で更新された周波数 f_k が $(f_0 + \Delta f)$ 点の周波数に等しくないときにはステップS703に戻り、同様の処理が繰返される。

【0053】そして、ステップS707の判定条件が成立、即ち、ステップS703で更新された周波数 f_k が $(f_0 + \Delta f)$ 点の周波数に等しくなるとステップS708に移行する。ステップS708では、ノック中心周波数 f_0 近傍の $(f_0 + \Delta f)$ 点の周波数が f_k とされ、また、この周波数 f_k が周波数 f_{mL} とされる。次にステップS709に移行して、 f_k 点のFFT演算値がMAXL値とされる。次にステップS710に移行して、周波数 f_k から所定周波数(微小周波数) Δk が減算され周波数 f_k が更新される。ここで、 $\Delta f > \Delta k$ である。そして、ステップS711に移行し、ステップS710で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値がステップS709で設定されたMAXL値を越えているかが判定される。ステップS711の判定条件が成立、即ち、ステップS710で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXL値を越えているときにはステップS712に移行し、このときの周波数 f_k 点のFFT演算値がMAXL値と更新される。次にステップS713に移行して、このときの周波数 f_k が周波数 f_{mL} と更新される。

【0054】一方、ステップS711の判定条件が成立せず、即ち、ステップS710で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXL値以下であるときにはステップS712及びステップS713がスキップされ、今までのMAXL値及びその周波数 f_{mL} を更新しないようにされる。次にステップS714に移行して、ステップS710で更新された周波数 f_k がノック中心周波数 f_0 近傍の $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数に等しいかが判定される。ステップS714の判定条件が成立せず、即ち、ステップS710で更新された周波数 f_k が $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数に等しくないときにはステップS710に戻り、同様の処理が繰返される。

【0055】そして、ステップS714の判定条件が成

立、即ち、ステップS710で更新された周波数 f_k が $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数に等しくなるとステップS715に移行する。ステップS715では、ノック中心周波数 f_0 近傍の $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数が f_k とされ、また、この周波数 f_k が周波数 f_{mH} とされる。次にステップS716に移行して、 f_k 点のFFT演算値がMAXH値とされる。次にステップS717に移行して、周波数 f_k から所定周波数(微小周波数) Δk が減算され周波数 f_k が更新される。そして、ステップS718に移行し、ステップS717で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値がステップS716で設定されたMAXH値を越えているかが判定される。ステップS718の判定条件が成立、即ち、ステップS717で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXH値を越えているときにはステップS719に移行し、このときの周波数 f_k 点のFFT演算値がMAXH値と更新される。次にステップS720に移行して、このときの周波数 f_k が周波数 f_{mH} と更新される。

【0056】一方、ステップS718の判定条件が成立せず、即ち、ステップS717で更新された周波数 f_k 点のFFT演算値が今までのMAXH値以下であるときにはステップS719及びステップS720がスキップされ、今までのMAXH値及びその周波数 f_{mH} を更新しないようにされる。次にステップS721に移行して、ステップS717で更新された周波数 f_k がノック中心周波数 f_0 近傍の $(f_0 - \Delta f_2)$ 点の周波数に等しいかが判定される。ステップS721の判定条件が成立せず、即ち、ステップS717で更新された周波数 f_k が $(f_0 - \Delta f_2)$ 点の周波数に等しくないときにはステップS717に戻り、同様の処理が繰返される。

【0057】そして、ステップS721の判定条件が成立、即ち、ステップS717で更新された周波数 f_k が $(f_0 - \Delta f_2)$ 点の周波数に等しくなるとステップS722に移行する。ステップS722では、周波数 f_{mN} とノック中心周波数 f_0 との偏差の絶対値 $(|f_{mN} - f_0|)$ 、周波数 f_{mL} とノック中心周波数 f_0 との偏差の絶対値 $(|f_{mL} - f_0|)$ 、周波数 f_{mH} とノック中心周波数 f_0 との偏差の絶対値 $(|f_{mH} - f_0|)$ のうち最小となるFFT演算値の周波数 f_{mN} 、 f_{mL} 、 f_{mH} の何れか1つが正規のノック中心周波数 f_a とされる。次にステップS723に移行して、正規のノック中心周波数 f_a に対応するFFT演算値が最大FFT演算値 M_a とされる。そして、ステップS724に移行し、周波数 $(f_a + \alpha)$ 点のFFT演算値が R_a とされる。

【0058】このようにして、 $(f_0 + \Delta f)$ 点の周波数から $(f_0 - \Delta f)$ 点の周波数までを検索範囲及びこの検索範囲より広めでオーバーラップする $(f_0 + \Delta f_2)$ 点の周波数から $(f_0 - \Delta f_2)$ 点の周波数までの検索範囲を3分割して各最大FFT演算値MAXN, MAXL, MAXHの周波数 f_{mN} 、 f_{mL} 、 f_{mH} のうちノッ

ク中心周波数 f_0 に最も近い周波数が正規のノック中心周波数 f_a として求められ、この正規のノック中心周波数 f_a に対応するFFT演算値が最大FFT演算値 M_a として求められ、また、この正規のノック中心周波数 f_a から所定周波数 α だけ離れた周波数 ($f_a + \alpha$) 点におけるFFT演算値 R_a が求められる。

【0059】次にステップS725に移行して、正規のノック中心周波数 f_a 、ノック中心周波数 f_0 、定数 N 、 M から次回の周波数の検索範囲を設定するためのノック中心周波数 f_0 が上式(1)にて更新される。このノック中心周波数 f_0 の学習処理により、周波数の検索範囲内でたまたま大きなノイズが現出してもそのノイズに影響されて次回の周波数の検索範囲が大きくずれないようにできる。これにより、正規のノック中心周波数 f_a が周波数の検索範囲から外れることのないようにできる。このうち、図6のステップS401以降の処理が同様に実行され、ノックの発生の有無が判定され、本ルーチンを終了する。

【0060】このように、本変形例の内燃機関用制御信号処理システムは、ECU10にて達成される演算処理手段がノック中心周波数 f_0 を含む近傍で周波数解析を行う検索区間 ($f_0 - \Delta f_2$) \sim ($f_0 + \Delta f_2$) を3つの区間 ($f_0 - \Delta f_2$) \sim ($f_0 - \Delta f$)、($f_0 - \Delta f$) \sim ($f_0 + \Delta f$)、($f_0 + \Delta f$) \sim ($f_0 + \Delta f_2$) に分割し、それぞれの区間における最大のスペクトル強度 MAX_H 、 MAX_L 、 MAX_N に対応する周波数 f_{mH} 、 f_{mL} 、 f_{mN} のうち、元のノック中心周波数 f_0 に近い周波数を新たなノック中心周波数 f_a とすると共に、新たなノック中心周波数 f_a におけるスペクトル強度を最大スペクトル強度 M_a とするものである。

【0061】つまり、ノック中心周波数 f_0 を含む近傍で周波数解析を行う検索区間が3分割されて設定されていることで、ノック中心周波数の学習による更新の際に、大きなノイズの重畳により正規のノック中心周波数から外れた周波数に対応して最大のスペクトル強度が得られても、元のノック中心周波数 f_0 から遠ければ採用されないこととなる。これにより、ノイズに影響されことなく、得られた新たなノック中心周波数 f_a による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態を正確に判定することができる。

【0062】次に、上述の実施例の図3のステップS110におけるノック判定の処理手順の第4の変形例を示す図12のフローチャートに基づいて説明する。なお、図12のステップS801～ステップS810は、上述の図5のステップS301～ステップS310に対応しているため、その説明を省略する。また、図12の処理に続いて、上述の図6の処理が実行される。

【0063】図12において、ステップS811では、正規のノック中心周波数 f_a 、今回のノック中心周波数 f_0 、定数 N 、 M から次回の周波数の検索範囲を設定す

るためのノック中心周波数 f_0 が上式(1)にて更新される。このノック中心周波数 f_0 の学習処理により、周波数の検索範囲内でたまたま大きなノイズが現出してもそのノイズに影響されて次回の周波数の検索範囲が大きくずれないようにできる。これにより、正規のノック中心周波数 f_a が周波数の検索範囲から外れることがないようにできる。

【0064】次にステップS812に移行して、ノック中心周波数 f_0 が予め設定された周波数 f_1 、 f_2 の範囲内にあるかが判定される。ステップS812の判定条件が成立せず、即ち、 $f_1 < f_0 < f_2$ の不等号が成立しないときにはステップS813に移行し、予め設定された所定値がノック中心周波数 f_0 とされる。なお、ステップS813における所定値をステップS811による学習処理以前のノック中心周波数として元のノック中心周波数 f_0 に戻してもよい。このうち、図6のステップS401以降の処理が同様に実行され、ノックの発生の有無が判定され、本ルーチンを終了する。

【0065】このように、本変形例の内燃機関用制御信号処理システムは、ECU10にて達成される演算処理手段がノック中心周波数 f_0 に対する学習による更新許容範囲 $f_1 \sim f_2$ を設け、ノック中心周波数 f_0 の更新による新たなノック中心周波数が更新許容範囲 $f_1 \sim f_2$ を越えるときには所定値とするものである。つまり、ノック中心周波数 f_0 は内燃機関の運転状態の変化や経時変化によって変化する可能性があるため学習によって更新されるが、ノック中心周波数 f_0 が予め設定された更新許容範囲 $f_1 \sim f_2$ を越えるときには、所定値がノック中心周波数 f_0 とされる。これにより、ノック中心周波数 f_0 が本来、取得する更新許容範囲を越えることなく所定値とされるため、何らかの不都合が生じていても、それによる影響が最小限とされ、得られた新たなノック中心周波数 f_a による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態が大きく逸脱して判定されることがない。次に、上述の実施例の図3のステップS110におけるノック判定の処理手順の第5の変形例を示す図13のフローチャートに基づいて説明する。なお、図13のステップS901～ステップS910は、上述の図5のステップS301～ステップS310に対応しているため、その説明を省略する。また、図13の処理に続いて、上述の図6の処理が実行される。

【0066】図13において、ステップS911では、正規のノック中心周波数 f_a 、今回のノック中心周波数 f_0 、定数 N 、 M から次回の周波数の検索範囲を設定するためのノック中心周波数 f_0 が上式(1)にて更新される。このノック中心周波数 f_0 の学習処理により、周波数の検索範囲内でたまたま大きなノイズが現出してもそのノイズに影響されて次回の周波数の検索範囲が大きくずれないようにできる。これにより、正規のノック中心周波数 f_a が周波数の検索範囲から外れることがない

ようにできる。

【0067】次にステップS912に移行して、ノック中心周波数 f_0 が予め設定された周波数 f_1 より大きいか判定される。ステップS912の判定条件が成立せず、即ち、 $f_1 \geq f_0$ とノック中心周波数 f_0 が小さいときにはステップS913に移行し、周波数 f_1 がノック中心周波数 f_0 とされガード処理される。一方、ステップS912の判定条件が成立、即ち、 $f_1 < f_0$ とノック中心周波数 f_0 が大きいときにはステップS914に移行し、ノック中心周波数 f_0 が予め設定された周波数 f_2 より小さいかが判定される。ステップS914の判定条件が成立せず、即ち、 $f_0 \geq f_2$ とノック中心周波数 f_0 が大きいときにはステップS915に移行し、周波数 f_2 がノック中心周波数 f_0 とされガード処理される。一方、ステップS914の判定条件が成立、即ち、 $f_0 < f_2$ とノック中心周波数 f_0 が小さいときにはノック中心周波数 f_0 が予め設定された周波数 f_1 、 f_2 の範囲内にあるとしてステップS915がスキップされ、ガード処理されることはない。

【0068】このうち、図6のステップS401以降の処理が同様に実行され、ノックの発生の有無が判定され、本ルーチンを終了する。

【0069】このように、本変形例の内燃機関用制御信号処理システムは、ECU10にて達成される演算処理手段がノック中心周波数 f_0 に対する学習による更新許容範囲として周波数 $f_1 \sim f_2$ を設け、ノック中心周波数 f_0 の更新による新たなノック中心周波数が周波数 f_1 以下のときには所定値として周波数 f_1 、周波数 f_2 以上のときには所定値として周波数 f_2 とするものである。つまり、ノック中心周波数 f_0 は内燃機関の運転状態の変化や経時変化によって変化する可能性があるため学習によって更新されるが、ノック中心周波数 f_0 が予め設定された更新許容範囲としての周波数 $f_1 \sim f_2$ を越えるときには、更新許容範囲端の周波数 f_1 または周波数 f_2 がノック中心周波数 f_0 とされる。これにより、ノック中心周波数 f_0 が本来、取得する更新許容範囲を越えることがないため、何らかの不都合が生じていても、それによる影響が最小限とされ、得られた新たなノック中心周波数 f_a による周波数解析結果によれば、内燃機関の運転状態が大きく逸脱して判定されることがない。

【0070】ところで、上記実施例では、内燃機関で発生されるノック信号波形をノックセンサ1、2にて検出しているが、本発明を実施する場合には、これに限定されるものではなく、周知の各気筒に配設された点火プラグを利用したイオン電流検出回路を用いてノック信号波

形を検出してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用制御信号処理システムにおけるECUの構成を示すブロック図である。

【図2】 図2は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用制御信号処理システムにおける各種信号等の遷移状態を示すタイムチャートである。

【図3】 図3は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用制御信号処理システムで使用されているECU内のDSPにおけるノック検出のベース制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】 図4は図3のA/D変換値によるFFT周波数解析の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】 図5は図3の周波数解析結果によるノック判定の処理手順を示すフローチャートである。

【図6】 図6は図5に続くノック判定の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】 図7は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用制御信号処理システムにおける予め設定されたノック中心周波数に対する正規のノック中心周波数の検索範囲等を示す説明図である。

【図8】 図8は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用制御信号処理システムによる取扱周波数域におけるスペクトル強度の分布例を示す説明図である。

【図9】 図9は図3の周波数解析結果によるノック判定の処理手順の第1の変形例を示すフローチャートである。

【図10】 図10は図3の周波数解析結果によるノック判定の処理手順の第2の変形例を示すフローチャートである。

【図11】 図11は図3の周波数解析結果によるノック判定の処理手順の第3の変形例を示すフローチャートである。

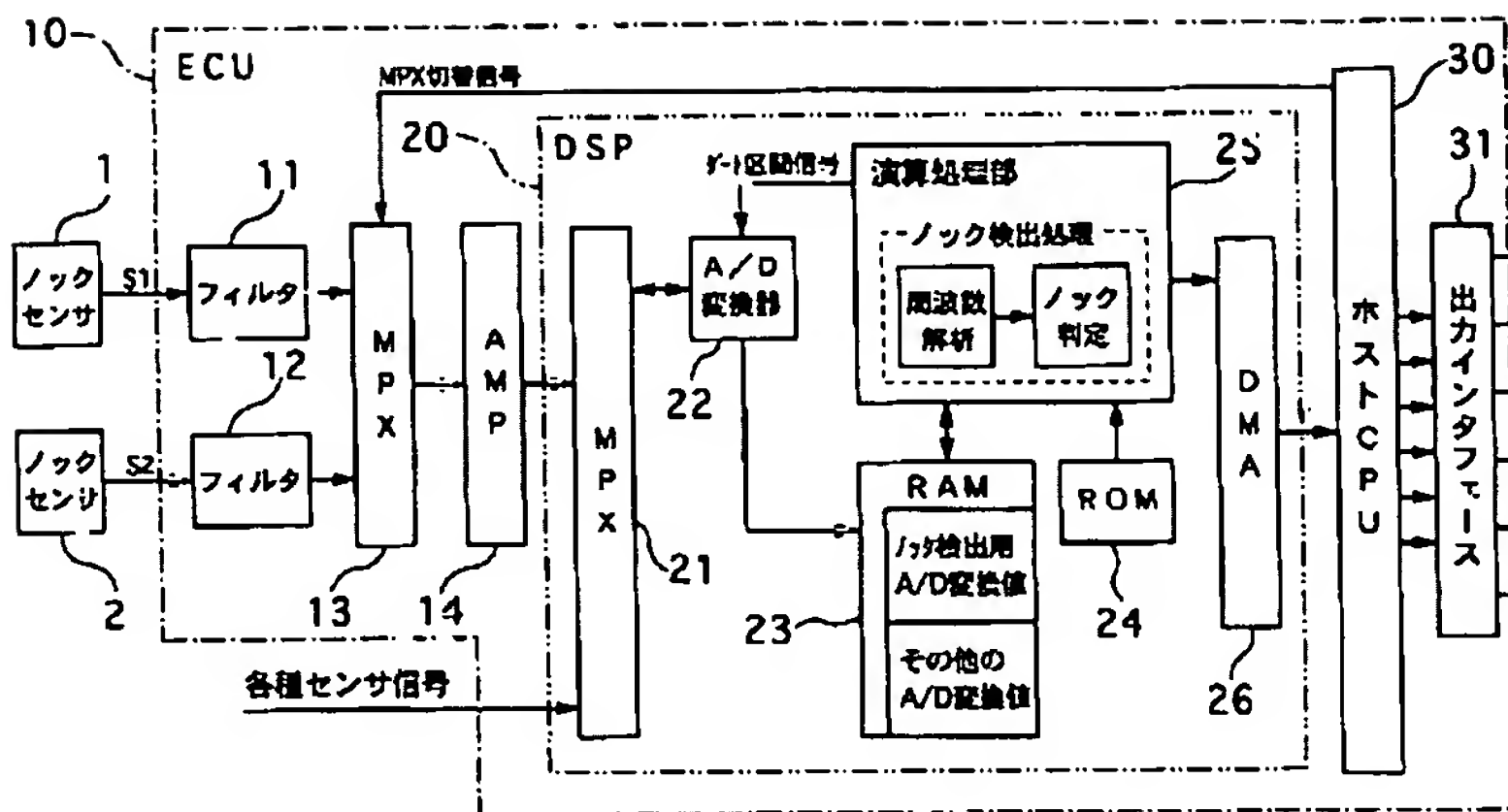
【図12】 図12は図3の周波数解析結果によるノック判定の処理手順の第4の変形例を示すフローチャートである。

【図13】 図13は図3の周波数解析結果によるノック判定の処理手順の第5の変形例を示すフローチャートである。

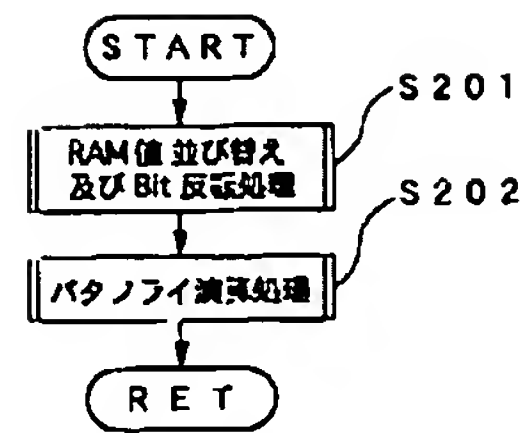
【符号の説明】

- 1、2 ノックセンサ
- 10 ECU（電子制御ユニット）
- 20 DSP（デジタルシグナルプロセッサ）
- 22 A/D変換器
- 23 RAM

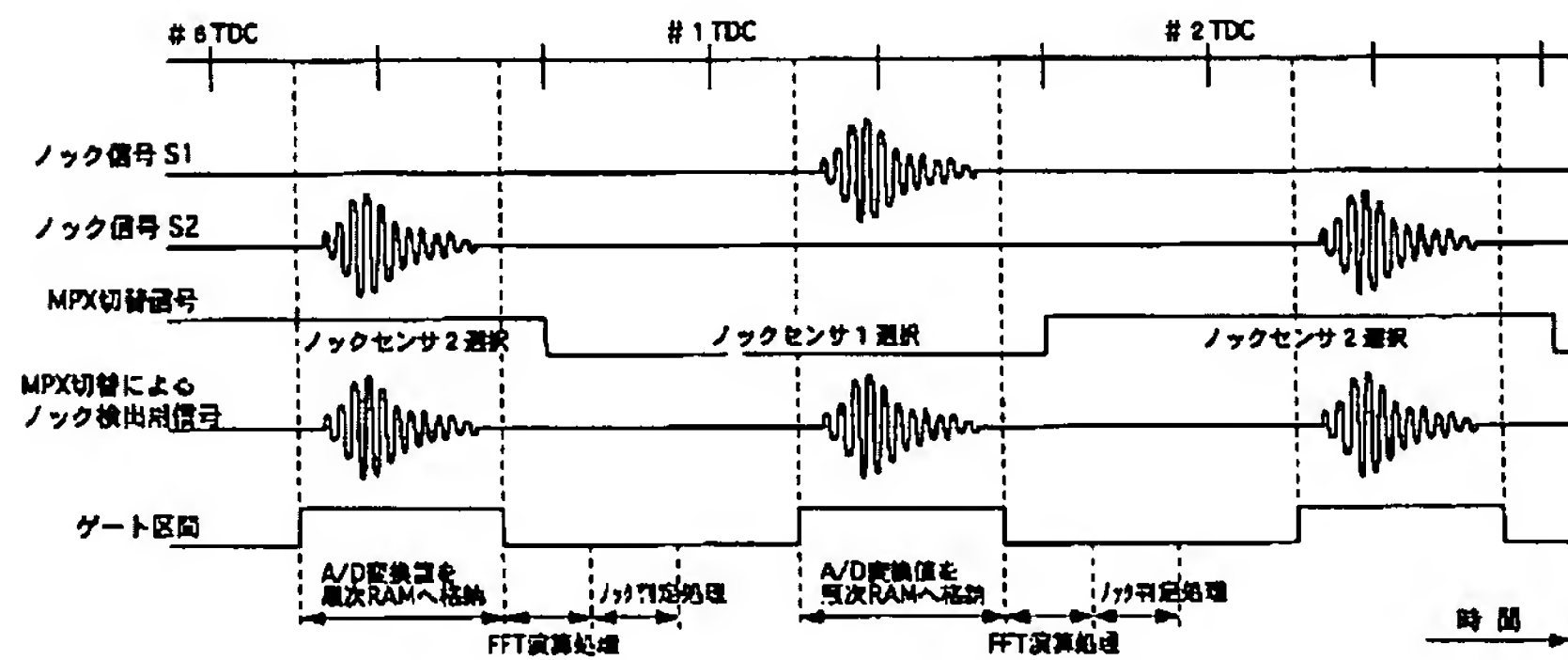
【例 1】



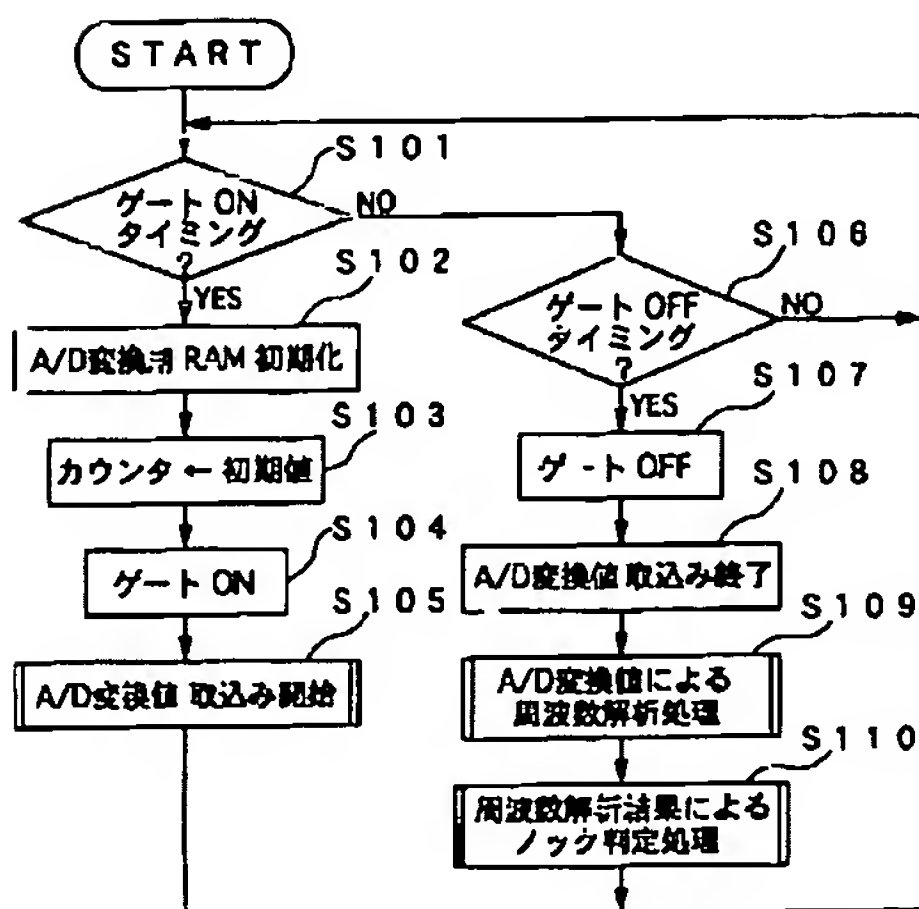
【図4】



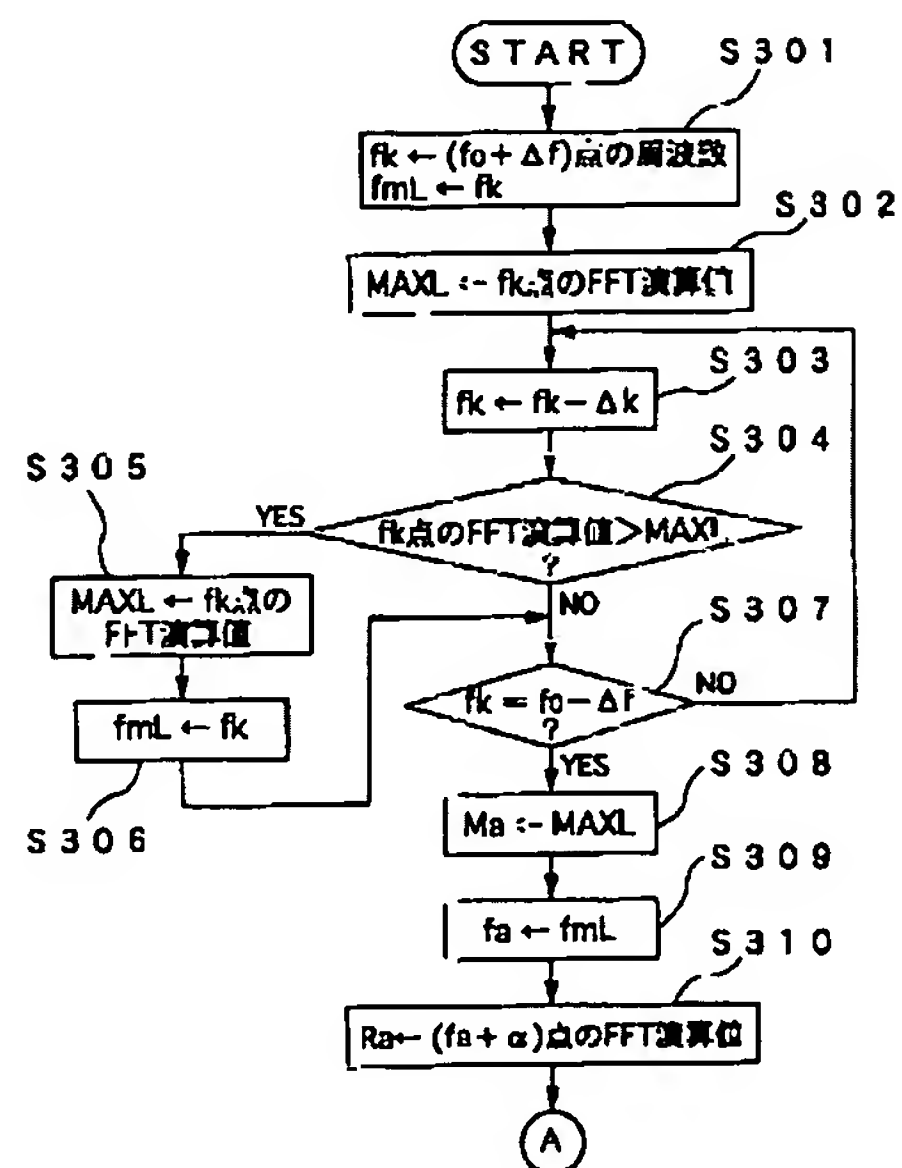
【図2】



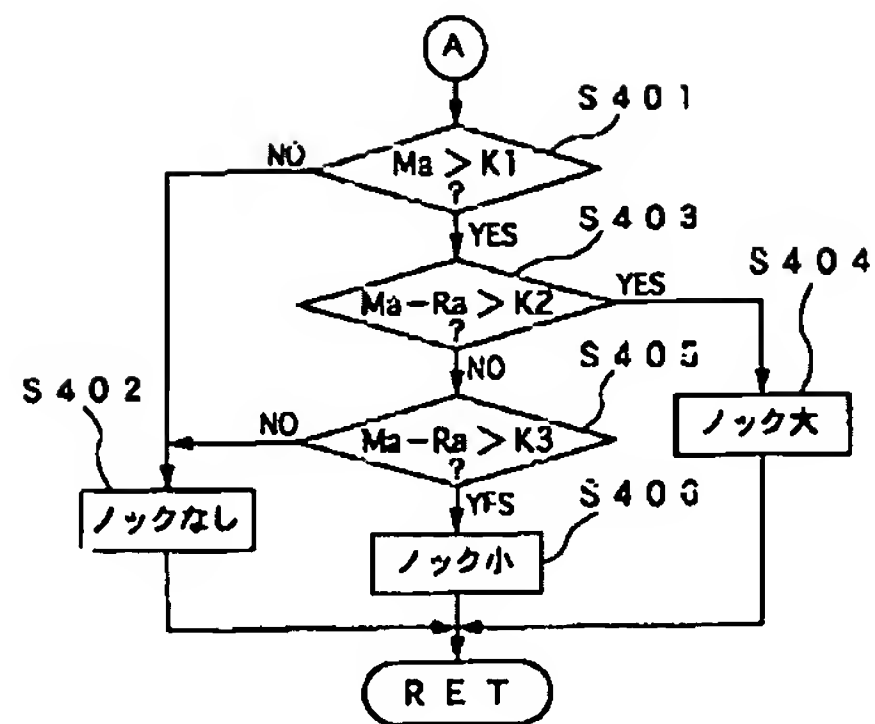
【図3】



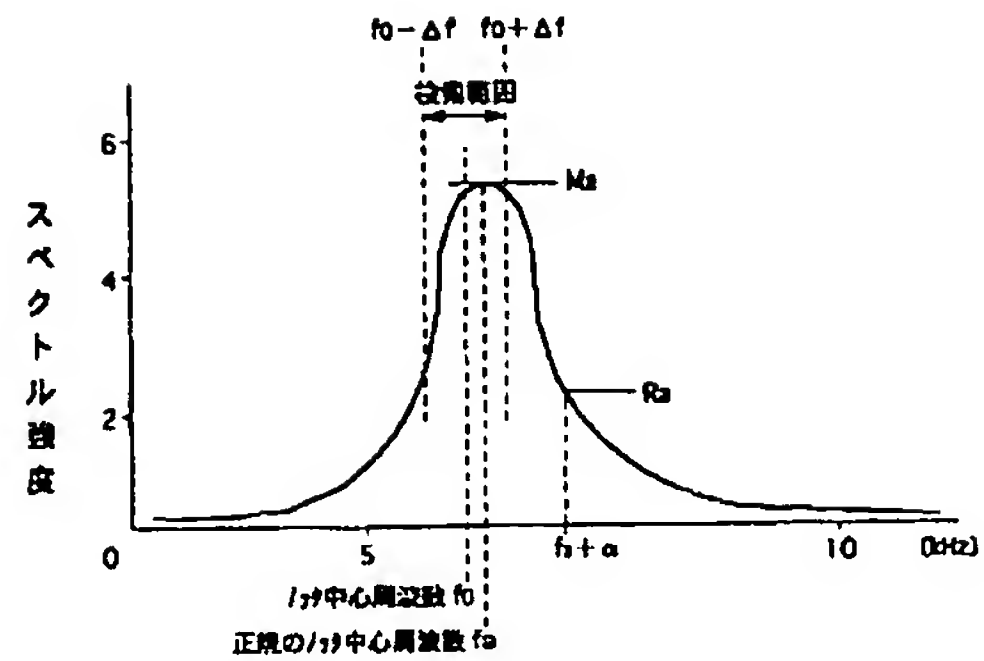
【图5】



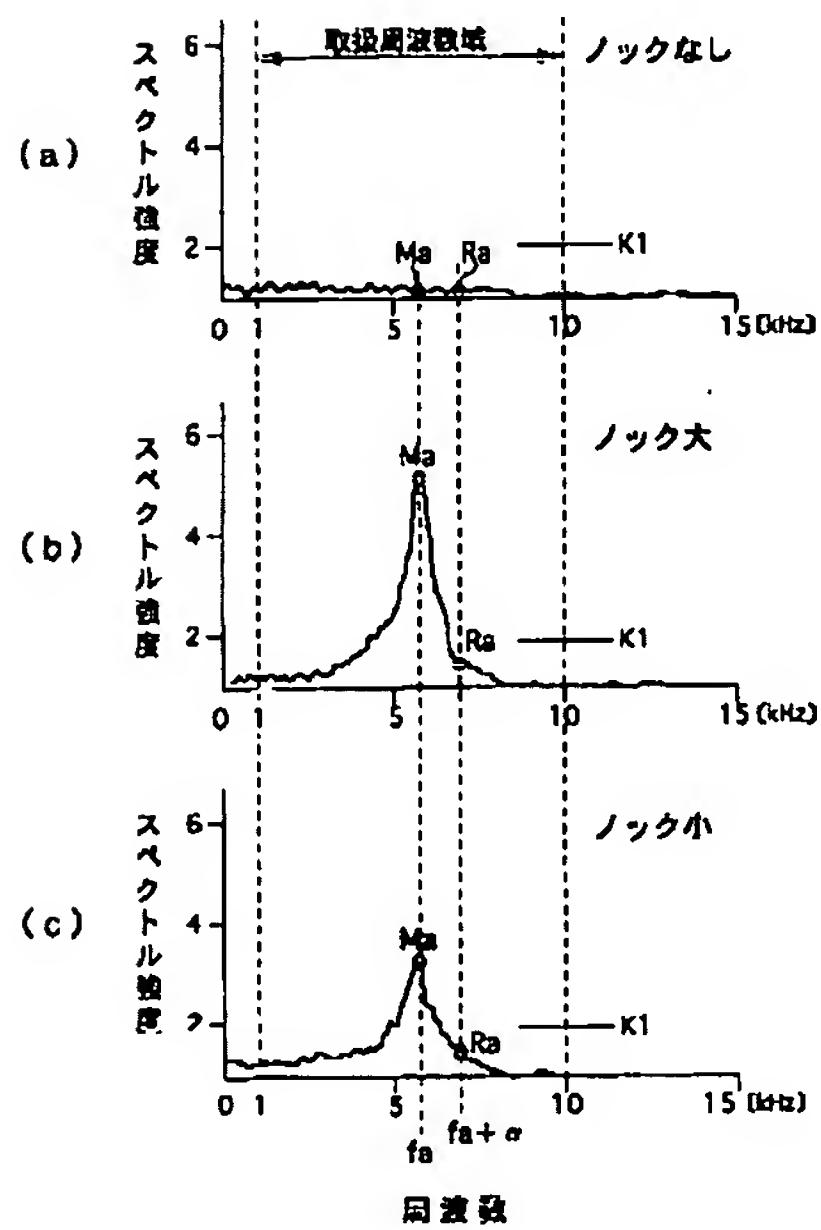
【図6】



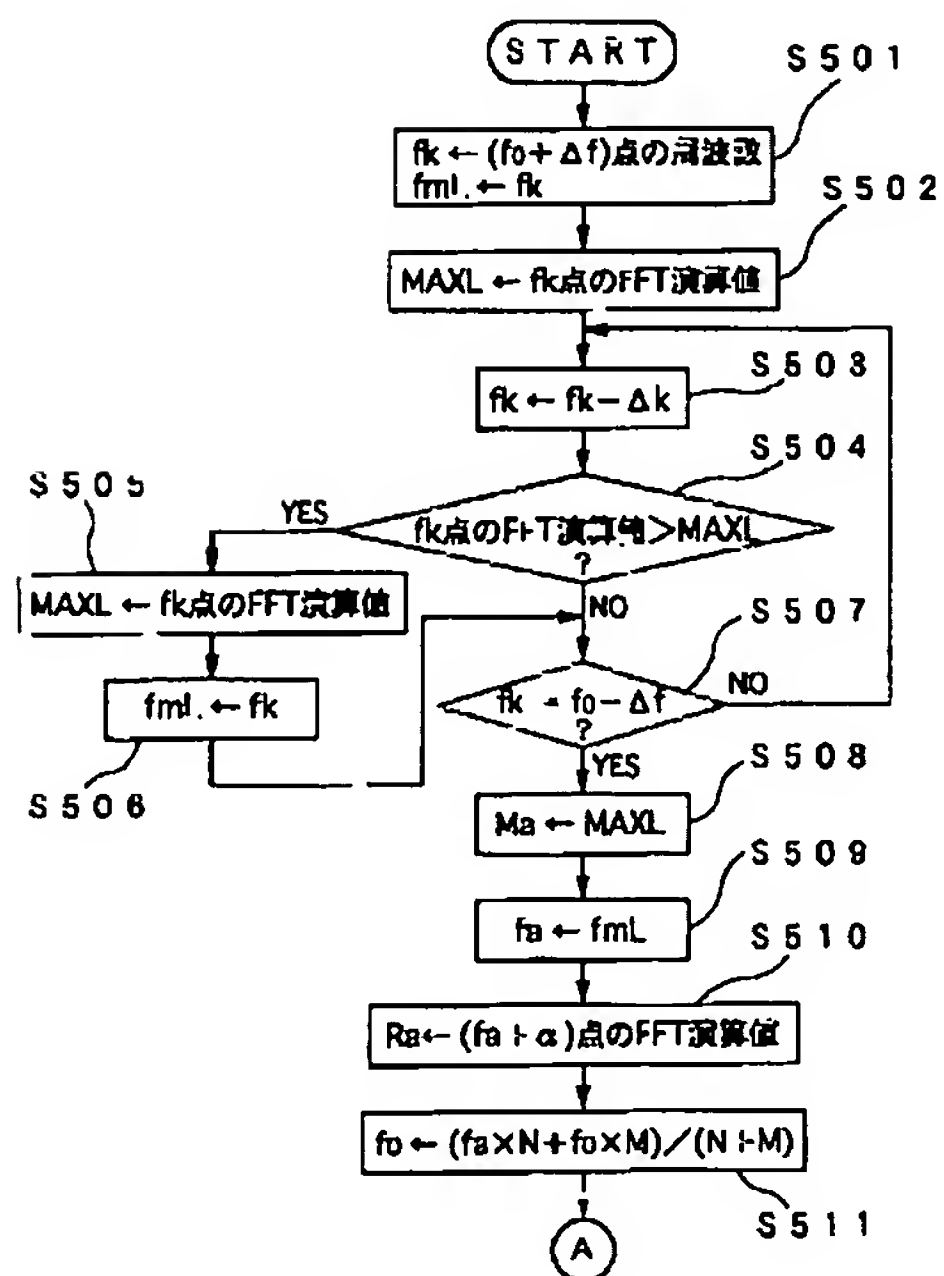
【図7】



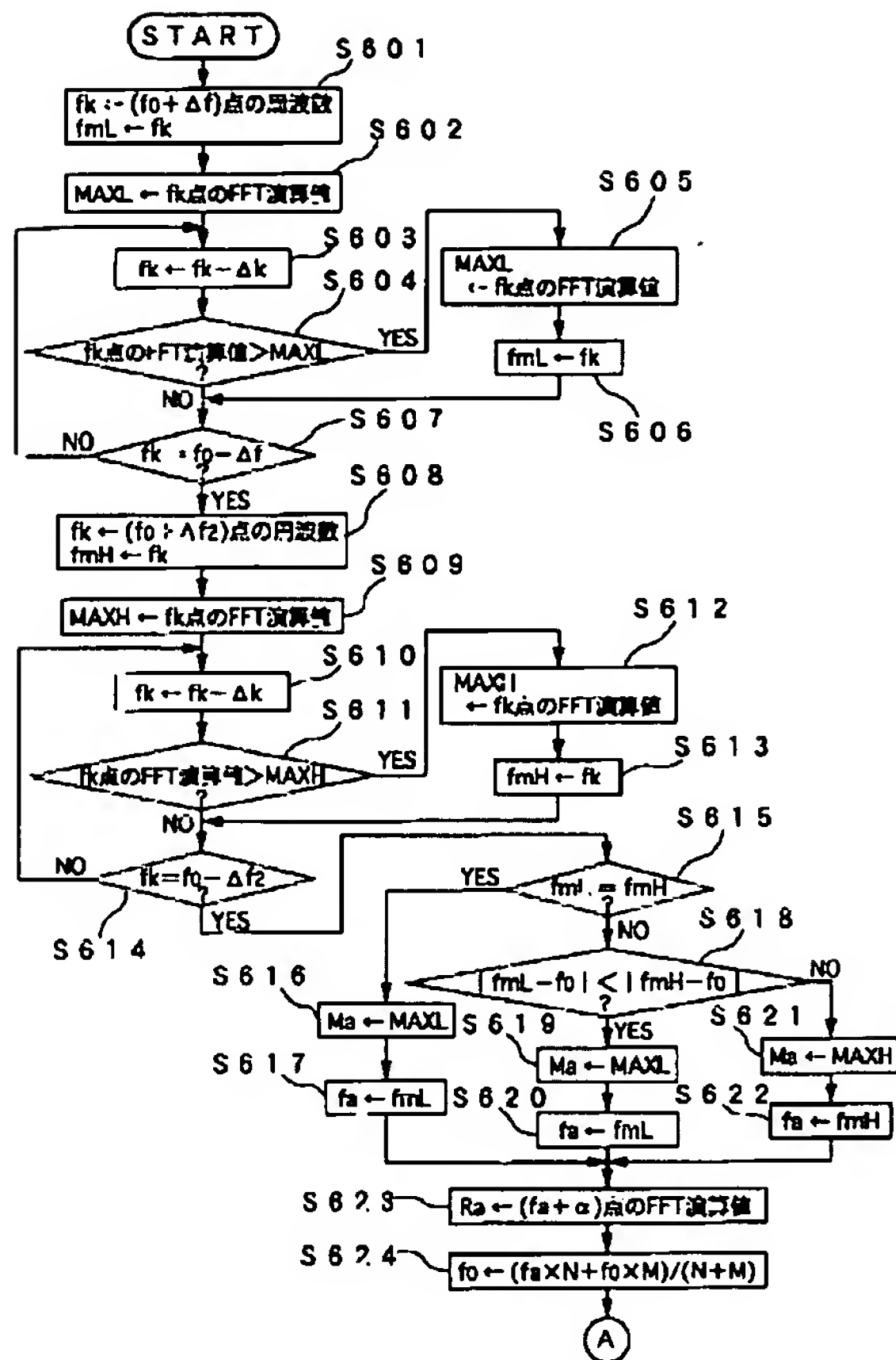
【図8】



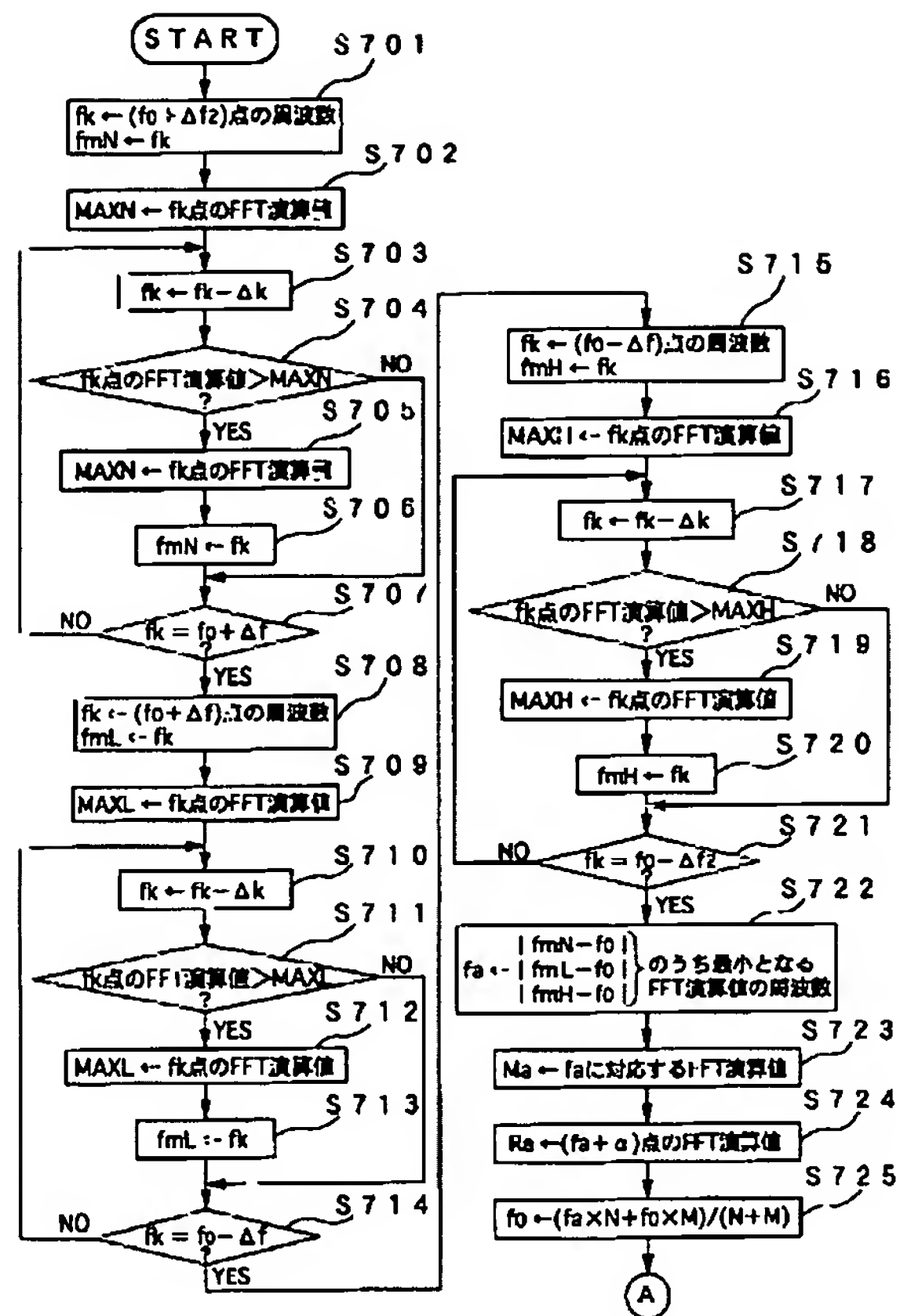
【図9】



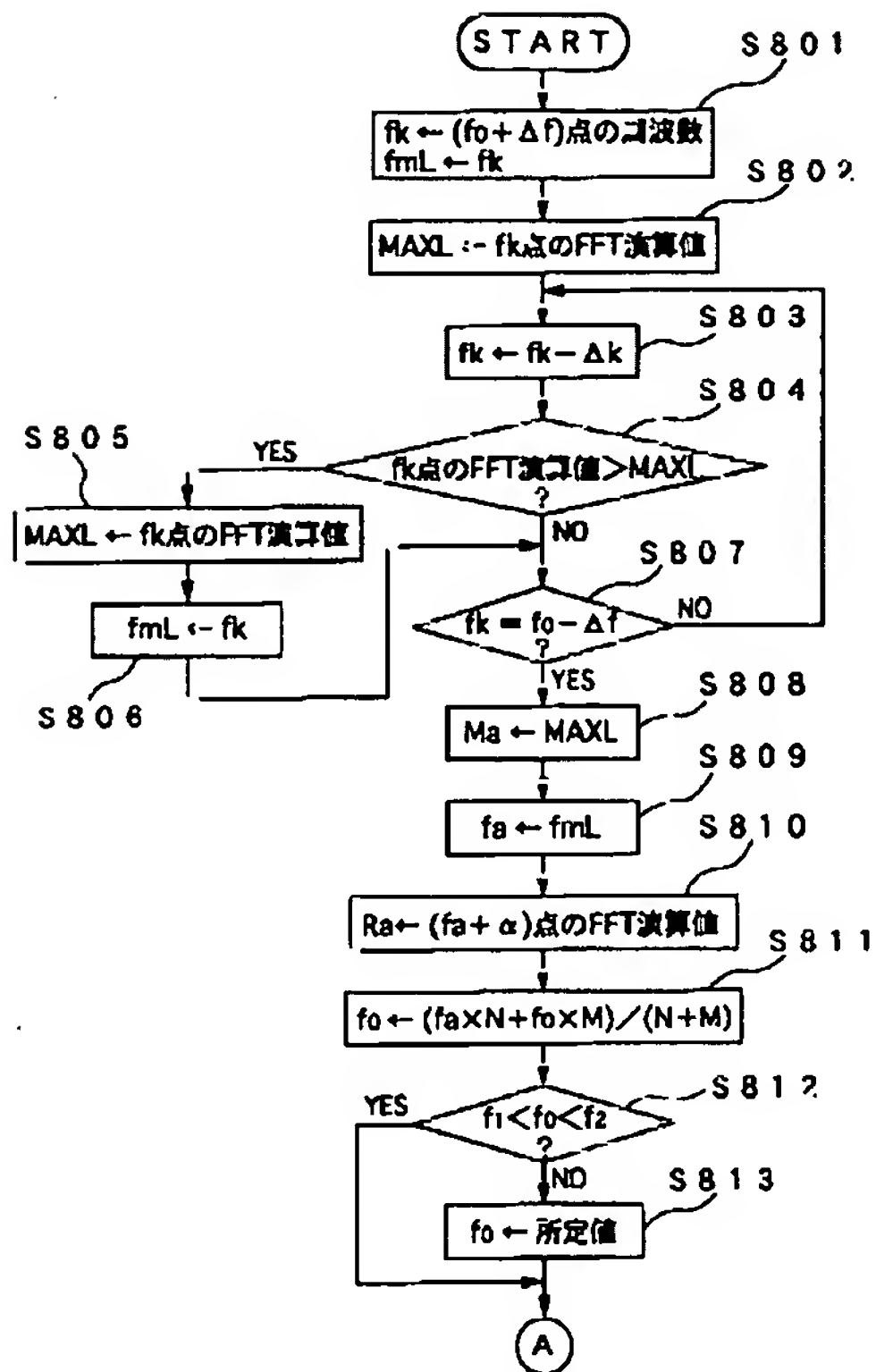
【図10】



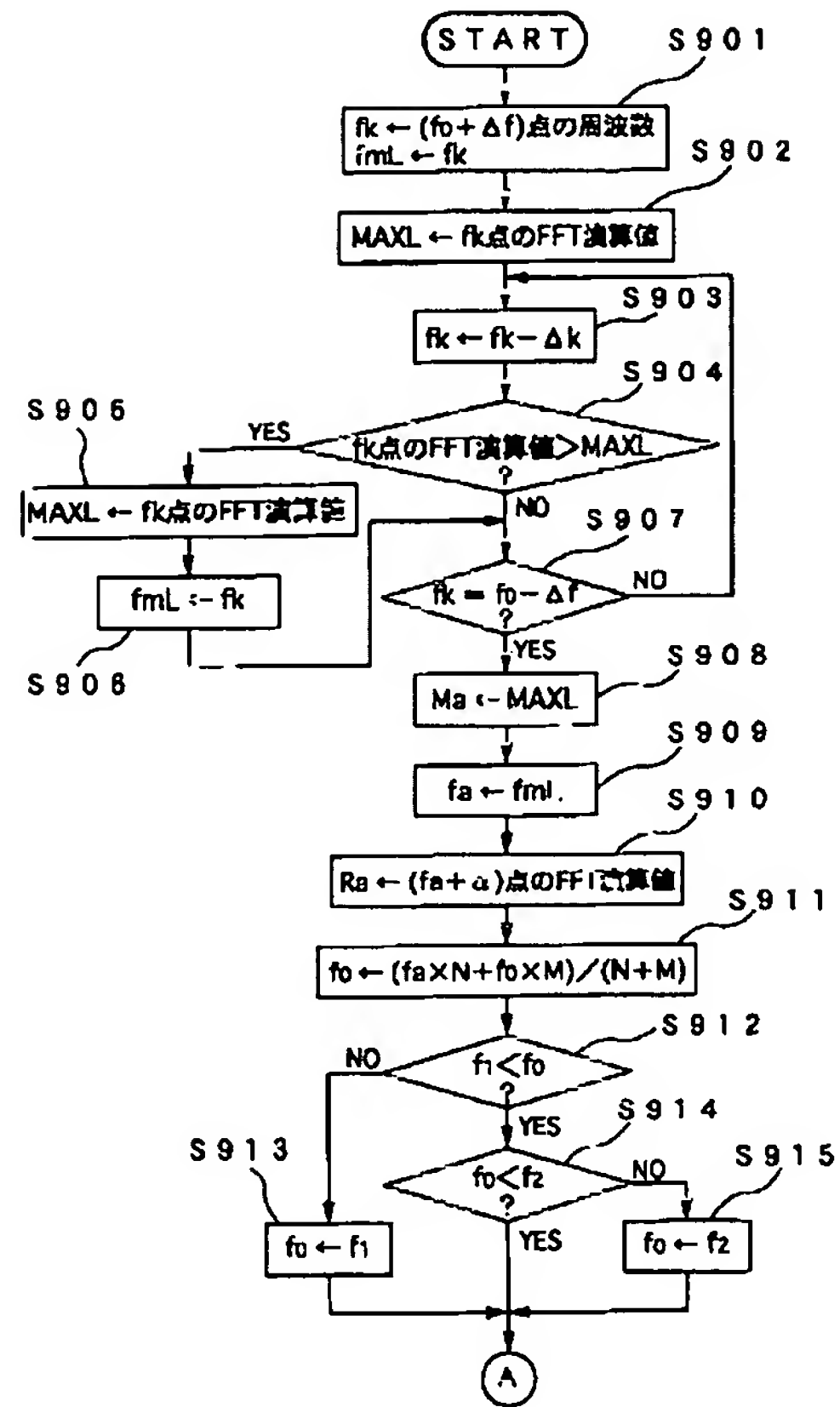
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 岩下 敏明
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 清水 孝吉
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 鈴木 裕二
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.